Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität.

IX. Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Knospendecken dicotyler Holzgewächse.

(Mit 3 Tafeln.)

Von **Karl Mikosch.**

Assistent am pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität.

(Vorgelegt von Prof. Wiesner in der Sitzung vom 20. Juli 1876.)

Während die physiologische Function der Knospendecken im Allgemeinen bekannt ist, auch die morphologische Bedeutung schon in Frage gezogen wurde, weiss man von ihrem feineren Bau bis jetzt nicht viel und selbst das Wenige, was in dieser Richtung bekannt wurde, ist ganz unzureichend, um uns ein richtiges Bild vom anatomischen Bau dieser Gebilde zu geben. Die vorliegende Arbeit hat zunächst den Zweck, den anatomischen Bau der Knospendecken (Tegmente) der gewöhnlichen Laubknospen und wenigstens an einigen Beispielen die Entwicklungsgeschichte dieser Organe darzulegen.

I. Historischer Überblick.

Die Literatur dieses Gegenstandes ist sehr bald erschöpft. Den anatomischen Bau der Tegmente hielt man für so einfach, dass man es nicht für nöthig erachtete, diesen einer eingehenderen Untersuchung zu unterziehen. Der nächste Zweck der Knospendecken, nämlich die zarten Knospentheile gegen schädliche äussere Einflüsse zu schützen, ist an und für sich selbstverständlich, so dass es eines speciellen physiologischen Studiums in dieser Richtung nicht bedurfte. Nur die morphologischen Verhältnisse vermochten einiges Interesse zu erregen, doch auch erst dann, als man morphologische Fragen entwicklungsgeschichtlich zu lösen versuchte. Eine selbständige, die Tegmente in einer dieser drei Richtungen behandelnde grössere Arbeit

konnte ich in der gesammten Literatur nicht auffinden. Dasjenige, was ich im Folgenden mittheile, sind nur gelegentliche Bemerkungen, die theils in Handbüchern, theils in Arbeiten über Blatt- oder Knospenentwicklung im weitesten Sinne des Wortes von den Forschern gemacht wurden.

Der Einzige, welcher sich meines Wissens über den anatomischen Bau der Tegmente ausspricht, ist Schacht, der in seinem Lehrbuche hierüber Folgendes sagt: „Der anatomische Bau der Tegmente ist einfach. Sie bestehen aus Parenchym, dessen Wände mehr oder weniger verdickt sind; ihre Oberhaut hat keine Spaltöffnungen; ein ausgebildetes Gefässbündel fehlt den meisten Tegmenten.“ [1]

Diese Charakteristik trifft im Allgemeinen zu, doch von jenen Eigenthümlichkeiten des Hauptgewebes, welche den Tegmenten ihren besonderen Charakter verleihen, erwähnt Schacht gar nichts; ebenso übergeht er die Art der Verdickungen des Parenchyms (Grundgewebes) und wie das unausgebildete Gefässbündel gebaut ist. In den neueren botanischen Handbüchern ist nicht viel mehr über diesen Gegenstand gesagt.

Mehr hat man sich mit der morphologischen Deutung der Tegmente beschäftigt; doch gewinnen alle diesbezüglichen Bemerkungen von der Zeit an erst ein Interesse, als man die Entwicklung eines Laubblattes festgestellt hatte.

Nur des historischen Interesses wegen führe ich Duhamel du Monceau's Ansicht über Entstehung der Tegmente an; demzufolge sollen diese aus der Rinde des Stammes entstehen, diese wird dann desto dünner, je mehr Hüllen von derselben ausgehen. [2]

Eine umfangreiche Arbeit über Laubknospen hat Henry veröffentlicht. [3] Dieser sonst trefflichen Arbeit, in der mit grosser Treue die Laubknospen und deren Organe beschrieben werden, fehlen nur die entwicklungsgeschichtlichen Nachweise. Henry gibt bei jeder Beschreibung einer Knospe auch den äusseren Habitus

[1] Schacht: Anatomie und Physiol. d. Gew., pag. 97 und 98.

[2] Duhamel du Monceau: Naturgeschichte d. Bäume, pag. 134 (Schoellenbach's Übersetzung).

[3] Henry: Beiträge zur Kenntniss der Laubknospen. *Nova acta.* L. c. A. 1836, 37, 39, 46.

der Tegmente an und sucht auch deren morphologischen Werth zu bestimmen.

Ohlert behandelt in seiner Mittheilung über Tegmente nur ihre Stellungsverhältnisse. [1]

Von grösster Bedeutung für die richtige Erkenntniss der Entwicklungsgeschichte der Tegmente ist die für alle phyllogenetischen Fragen wichtige Publication Trecul's über Entwicklung der Blätter. [2] Der Verfasser behandelt vorzugsweise die Entwicklung der Laubblätter, in zweiter Linie die der Nebenblätter und kommt am Schlusse seiner Untersuchungen zu dem Ergebniss, dass bei jeder Blattentwicklung der Vaginaltheil zuerst entsteht, dann der laminare Theil, zuletzt erscheint der Stiel. [3]

Vor Trecul hatte schon Schleiden in seinen Grundzügen über die Hüllorgane der Knospen, von ihm zuerst *Tegmenta* genannt, Folgendes ausgesagt: „Die Tegmente sind die äussersten (untersten) doch eigenthümlich modificirten Blätter, deren Formen einfacher erscheinen, als die später sich entwickelnden inneren (oberen) Blätter derselben Knospe [4]. Weiters unterscheidet Schleiden, auf die ersten Entwicklungsstadien zurückgehend, folgende Hauptformen: *Tegm. foliacea, T. vaginalia, T. stipulacea (ramenta).*

Ohne diese näher zu bezeichnen, führt er nur an, dass *t. vaginalia* nur den Zwieben zukommen. Im selben Sinne wird auch von Schacht die morphologische Bedeutung der Knospendecken aufgefasst; für *T. foliacea* führt er *Viburnum* und *Syringa* als Beispiele an.

Von Duchartre werden die Knospen nach dem morphologischen Werth der sie bedeckenden Tegmente eingetheilt, in *bourgeons foliacés, B. stipulacés, B. petiolacés* und *B. fulcracés.* Die *bourg. petiolacés* sind Knospen, deren Tegmente den Vaginal-

---

[1] Ohlert: Einige Bemerkungen über die Knospen unserer Bäume. Linnaea 1837.

[2] Trecul: *Sur les formations des feuilles. Ann. d. scienc. nat.* 1853.

[3] Trecul, l. c. pag. 299: „*Dans la formation paralièle toutes les nervures ou toutes les folioles se forment parallèlement: la gaine naît la première ainsique dans tous les autres types.*"

[4] Schleiden: Handb. d. wissensch. Botanik, pag. 206.

tegmenten Schleiden's gleichzusetzen sind; *B. fulecacés* solche, deren Laubblätter zwei Stipeln tragen.[1]

Weitere Mittheilungen, die sich noch auf Tegmente, jedoch auf ganz specielle Fälle beziehen, werde ich am geeigneten Orte zur Sprache bringen.

Erwähnt sei noch, dass Turpin die Knospen fixe Embryonen im Gegensatze zu den Samen nannte; die Knospendecken sind dann den Cotyledonen der Embryonanlage analoge Gebilde. Diese Ansicht wurde von Link,[2] später auch von Wydler[3] angenommen.

Die Cotylen haben aber mit den Knospendecken nichts Anderes gemein, als dass beide Blattorgane sind; physiologisch unterscheiden sie sich schon dadurch, dass die Cotylen in der Regel Reservestoffbehälter sind, in den Knospendecken Reservestoffe aber fehlen. Meyen änderte diese Ansicht dahin um, dass er die Knospe mit dem unbefruchteten Eichen verglich und die Eihüllen mit den Knospenblättchen (Tegmenten).[4]

II. Anatomischer Bau.

A. Das Hautgewebe.

Das Hautgewebe der jungen Knospendecke, welchen morphologischen Werth diese auch besitzen mag, ist immer ganz gleich dem eines jungen Laubblattes, das mit ersterer auf demselben Standpunkte bezüglich der Differenziirung seiner Gewebe steht.

Eine gleichartige, aus polygonalen nach der äusseren Seite zu abgeplatteten Zellen mit protoplasmatischem Inhalt bestehende Schichte, bedeckt sowohl die untere als obere Fläche des jungen Tegments. Diese gleichartige Ausbildung der Oberhaut an der Ober- und Unterseite des Tegments währt indess nicht lange an. So lange Theilungen in der Oberhaut stattfinden, stimmt die obere Oberhaut mit der unteren im Bau vollständig überein; mit dem

---

[1] *Duchartre, Elém. d. bot.* 1876, pag. 510.

[2] Link: Anatomie und Physiologie.

[3] Wydler: Die Knospenlage der Blätter. Mittheil. der naturf. Gesellsch. in Bern, 1850.

[4] Meyen: Phys. pag. 10, 3. T.

Stillstande der Neubildung von Zellen macht sich ein Unterschied in der Ausbildung der unteren und oberen Oberhaut erst bemerkbar. Hiervon machen die Knospendecken von *Tilia argentea* und gewiss noch mancher anderer Gewächse eine Ausnahme, worüber ich weiter unten sprechen will.

Gewöhnlich sind die Zellen der unteren (äusseren) Epidermis stark, die der oberen (inneren) schwach verdickt, besonders dann, wenn letztere Trichomgebilde hervorbringt. Seltener kömmt es vor, dass sowohl die obere als untere Epidermis aus schwach verdickten Zellen besteht; es kommen dann beiderseits Trichomgebilde, wenigstens in den Jugendzuständen, vor. Ein weiterer Unterschied besteht noch darin, dass die äusseren Epidermiszellen mehr oder weniger papillös sind, eine den inneren Oberhautzellen in seltenen Fällen zukommende Eigenthümlichkeit.

Diese von mir hier aufgestellten Unterschiede haben indess durchaus keine allgemeine Giltigkeit, da ich ja nur eine verhältnissmässig geringe Anzahl von Knospen untersuchen konnte, ferner sind diese Unterschiede nur für bestimmte Typen geltend, die durch mannigfache Übergänge mit einander verbunden sein können und selbst in einer und derselben Knospe, wenn mehrere Kreise von Knospendecken gebildet werden, hebt sich der Unterschied zwischen den Hautgeweben der Ober- und Unterseite allmälig auf, je weiter nach innen zu die Knospendecken liegen. Das im Folgenden über das Hautgewebe Angeführte bezieht sich nur auf die beiderseitige Epidermis der äussersten Knospendecken.

Ich werde zunächst die äusseren Oberhautzellen mit allen ihren Eigenthümlichkeiten, dann die innere Epidermis und zuletzt die hier wie dort auftretenden Trichomgebilde betrachten.

Es wurde schon Eingangs dieses Abschnitts der Verdickungen der äusseren Epidermiszellen erwähnt. In der Regel schliessen sich diese in ihrer Verdickungsweise dem gewöhnlichen Typus an; es sind nämlich die äusseren Wände am stärksten, die inneren am schwächsten verdickt, die Seitenwände zeigen ein intermediäres Verhalten. Ich fand nur eine einzige Ausnahme von dieser Regel, nämlich die Oberhautzellen der Knospendecken

von *Aesculus neglecta*, bei welcher die äusseren Zellwände merklich schwächer als die inneren verdickt sind. [1] Tafel II, Fig. 8.

Die stärksten Verdickungen der äusseren Oberhautzellen fand ich an den Knospendecken von *Acer striatum* (Tafel I, Fig. 4 a) und *Syringa vulgaris;* hier erreicht eine Oberhautzelle im Mittel einen radialen Durchmesser von 0·026^{mm}, wovon 0·018^{mm} auf die verdickte äussere Zellwand entfallen. Verknüpft mit der schwachen Verdickung der äusseren Oberhautzellen finden wir nicht selten ihre Ausbildung zu Papillen *(Mahonia)* oder ihre Umwandlung in Trichomgebilde *(Fraxinus)* oder endlich die Anlage eines Periderms *(Quercus, Corylus, Juglans, Aesculus* u. a. m.*)*.

Die Verdickungsschichten färben sich nach Behandlung mit Jod und Schwefelsäure nicht blau; mit Chlorzinkjodlösung nehmen sie eine tiefgelbe Färbung an. In den äusseren Oberhautzellen der Tegmente von *Aesculus neglecta* und *Fagus silvatica* fand ich theils grössere, theils geringere Mengen von Holzsubstanz, was ich erwähne, da in Oberhautzellen bis jetzt keine Holzsubstanz nachgewiesen wurde [2].

Die die äussersten Verdickungsschichten begrenzende Cuticula erscheint in der Flächenansicht der Länge nach gestreift; diese Streifung erweist sich bei manchen Knospendecken *(Sambucus, Syringa)* als eine zur äusseren Begrenzungsfläche der Zelle senkrecht stehende Lamellenbildung. Einen eigenthümlichen Verlauf zeigen diese Lamellen bei *Syringa;* es gehen nämlich die Lamellen von den Basalzellen der schon abgeworfenen Trichome radienförmig aus.

Weitere Eigenthümlichkeiten bietet die Cuticula nicht dar. Zwei Vorkommnisse aber, welche mit der Verdickung der Zellwände nichts zu thun haben, hier speciell aber physiologisch interessant sind, lassen auf eine Eigenschaft der Oberhautzellen gewisser Tegmente schliessen, die man bei diesen gewiss nicht vermuthet hätte. Es betrifft dies das Auftreten von Wachsausscheidungen an den Tegmenten von *Acer striatum* und *Sambucus nigra*, im ersteren Falle in Form fester Wachsschichten,

---

[1] Vgl. Schleiden: Grundzüge d. w. B., pag. 206; auch Dippel: Das Mikroskop, pag. 66.

[2] Vgl. Burgerstein: Über das Vorkommen des Holzstoffes in den Geweben der Pflanzen; Sitzungsber. d. k. Ak. d. W. 70. Bd.

die dann als durchsichtige, rechteckige, im Polarisationsmikroskop doppeltbrechend erscheinende Platten abgelagert sind, im letzteren Falle, in flüssigem Zustande als grünlich-gelb gefärbte Tropfen. In beiden Fällen ergab die von Prof. Wiesner angegebene Methode [1] die Anwesenheit von Fetten (Glyceriden) zu erkennen.

Ich habe früher auf einen sehr früh eintretenden Beginn eines Unterschiedes zwischen äusserer und innerer Epidermis bei *Tilia argentea* hingewiesen. Dies geschieht schon in einem Entwicklungsstadium, in welchem an der beiderseitigen Epidermis noch Zelltheilungen vor sich gehen. Die äusseren Epidermiszellen der Tegmente von *Tilia argentea* theilen sich nämlich sehr früh durch radiale Scheidewände und bilden so ein System von später langgestreckten, schwach papillösen Zellen, die sich, wenn die Theilungen aufgehört haben, nach der gewöhnlichen Art verdicken (Taf. II, Fig. 7 *e*).

Die äussere Epidermis wird häufig noch durch eine unter ihr liegende Zellreihe verstärkt, die zu gleicher Zeit mit den eigentlichen Epidermiszellen aus dem urparenchymatischen Gewebe sich differenzirt und sowie die Epidermiszellen farblosen Inhalt führen, der manchmal durch das Vorkommen von Anthokyan geröthet wird. (*Tilia grandifolia:* farblos bleibt der Inhalt dieser Zellreihe z. B. bei Carpinus.) Über das Periderm werde ich, da es aus dem Grundgewebe hervorgeht, bei diesem Näheres berichten, nur sei hier erwähnt, dass das Periderm in der Regel noch von der Oberhaut bedeckt bleibt; seltener kommt es vor, dass die Oberhaut sich ablöst und das Periderm als einzig auftretendes Hautgewebe functionirt (*Aesculus*). (Taf. II. Fig. 8 *v*.)

Die innere Epidermis zeigt bei Weitem nicht jene Mannigfaltigkeit in der Ausbildungsweise ihrer Zellen, wie die äussere Epidermis. Ich habe auf die hier obwaltenden Unterschiede schon früher hingewiesen und will nur noch einige wenige Details mittheilen.

Wenn an den Zellwänden Verdickungen vorkommen, so sind diese immer nur unbedeutend und excentrisch nach aussen, mit Ausnahme von *Aesculus neglecta*, wo die am stärksten ver-

[1] Wiesner: Über die krystallinische Beschaffenheit geformter Wachsüberzüge pflanzlicher Oberhäute; Bot. Ztg. 1876. p. 362 ffd.

dickte Wand die nach innen zu gelegene ist. Ein Periderm fehlt an der inneren Epidermis, ausgenommen einige Aesculus-Arten. (Tafel II, Fig. 8 *v.*)

Was das Vorkommen von Spaltöffnungen an den Tegmenten betrifft, so muss ich bemerken, dass ich Schacht nicht beipflichten kann, wenn er sagt, dass die Tegmente spaltöffnungslos seien. Ich fand an der oberen Epidermis von *Syringa*, von *Acer striatum, Sambucus nigra, Mahonia*, ebenso auf der unteren Epidermis des tutenförmigen Tegments von *Platanus* Spaltöffnungen. Mit Ausnahme der erstgenannten Tegmente ist jedoch die Zahl der Spaltöffnungen eine sehr beschränkte, ihr Bau bietet nichts Bemerkenswerthes, die Schliesszellen haben die gewöhnlich halbmondförmige Gestalt. Bei *Sambucus* findet man über den Schliesszellen besonders viele Fetttropfen. — Charakteristisch für die äussere Gestaltung der Epidermis, sowie besonders wichtig für die Ausübung der physiologischen Function der Tegmente ist das Vorkommen von Trichomgebilden. In den ersten Entwicklungsstadien, wenn die äussere Epidermis noch ganz gleich der inneren ist, entwickeln beide, mehr oder weniger reichlich, Haargebilde. Diese ersten Trichome sind meist einzellig, nur bei *Tilia argentea* und *Platanus* werden sie bald durch mehrfache Theilungen mehrzellig und nehmen im ersten Falle eine sternförmige, im zweiten baumartig verzweigte Gestalt an.

Mit der weiteren Ausbildung der Gewebe geht der äussere Haarüberzug meist verloren (bei *Platanus* nur an der äussersten Tute; die Epidermiszellen der inneren Tuten verdicken sich nicht; ihre Haare bleiben bis zur Entfaltung der Knospe stehen). Immer bleibt der Rand des Tegments mit Haaren besetzt. An der Innenseite dauern die hier gebildeten Haare aus oder es wird, wie bei *Acer striatum*, nur ein Theil abgeworfen.

Ausser diesen einfachen Trichomgebilden finden sich an der Innenseite der äussersten Tegmente, an den später angelegten, auch an der Aussenseite Haargebilde, die ebenfalls aus einer einzigen Oberhautzelle entstehen, durch mehrfache tangentiale und später radiale Theilungen vielzellig geworden sind, und sich meist in einen Stiel und einen mehr oder weniger kugelförmigen Körper gliedern; höchst selten finden sich diese Gebilde auch an

der Aussenseite der zuerst angelegten Tegmente. Von den Zellen dieses Körpers werden harzige oder gummiartige Substanzen abgeschieden und die das ganze Gebilde umgebende Cuticula blasenartig aufgetrieben. Von Hanstein wurden alle diese Gebilde Colleteren genannt [1].

Bei einigen Knospen kommen Colleteren nur an den Jugendzuständen der Tegmente vor, so bei *Tilia*, *Sambucus*, *Acer*; sie verschwinden später der Mehrzahl nach, nur wenige erhalten sich noch durch längere Zeit.

Da Hanstein in seiner umfangreichen Arbeit die meisten dieser Trichomgebilde beschrieben hat, so will ich mich nur auf die Mittheilung zweier Fälle beschränken, die, so viel mir bekannt, noch nicht genauer untersucht wurden; sie betreffen den Haarüberzug der Tegmente von *Fraxinus* und die eine harzige Masse absondernden an der inneren Seite der Tegmente von *Betula* vorkommenden Organe.

Die Knospen von *Fraxinus* werden von zwei auf gleicher Höhe der Achse stehenden Tegmenten eingeschlossen, deren Aussenfläche — makroskopisch betrachtet — schwarz gefärbt ist. Die mikroskopische Untersuchung ergibt, dass diese schwarze Farbe von Trichomgebilden herrührt, die dicht an einander gedrängt die äussere Epidermis bedecken und deren Zellen von einer schwarzbraunen Masse erfüllt werden.

Die Gestalt dieser vielzelligen Trichomgebilde ist eine becherförmige, in der Mitte vertiefte. Jedes dieser Gebilde entsteht aus einer Epidermiszelle, die sich durch stärkeres Höhenwachsthum von den übrigen Epidermiszellen differenzirt. Diese in die Höhe gewachsene Zelle theilt sich nun einigemale tangential, die oberste der aus diesen Theilungen hervorgegangenen Tochterzellen geht nun zunächst in zwei auf einander senkrecht stehenden Richtungen radiale Theilungen ein, so dass vier gleich grosse Zellen gebildet werden. Jede dieser Zellen wächst rasch nach aussen zu einer langen Papille aus, diese theilen sich weiter schräg radial und bilden das in der Mitte vertiefte becherförmige Gebilde, das von einem 3—4zelligen Stiel getragen wird.

---

[1] Hanstein: Über die Harz- und Gummiabs. Org. d. Laubk. Bot. Ztg. 1868.

So lange in diesem Trichomgebilde Theilungsvorgänge noch vor sich gehen, ist dessen Inhalt farblos, erst nach vollständiger Ausbildung nimmt er jene charakteristische schwarzbraune Färbung an. Durch Wasser, Alkohol oder Äther wird er nicht geändert, nur Kali entfärbt ihn, doch erst nach längerem Einwirken. — An der inneren Seite der Tegmente verschiedener Betula-Arten findet man ebenfalls Trichomgebilde, die eine harzige Masse, die Betuloretinsäure, secerniren. Ich habe über diese Absonderungsorgane, Drüsen, eine Notiz in der Österr. bot. Zeitschrift veröffentlicht [1] und will hier nur im Kurzen die Entwicklungsgeschichte dieser Drüsen mittheilen. Die Drüse nimmt ihren Ursprung aus einer Epidermiszelle, die durch verstärktes Breiten- und Längenwachsthum von den übrigen normal wachsenden Epidermiszellen sich unterscheidet. Diese Zelle theilt sich durch eine radiale Scheidewand in zwei Tochterzellen, von denen jede einzelne wieder eine Theilung durch radial gestellte Wände eingeht, so dass vier in einer Längsreihe stehende gleich grosse Zellen aus der erstgenannten Epidermiszelle hervorgegangen sind. Jede dieser Zellen wächst, nach aussen sich papillös wölbend, in die Höhe und theilt sich in tangentialer Richtung.

Wir sehen nun zwei Zellreihen vor uns, von denen die äussere, die zur Begrenzungsschicht der Drüse wird, keine tangentialen, sondern bloss radiale Theilungen eingeht, während die innere, sowohl in tangentialer als radialer Richtung sich theilend, zu einem parenchymatisch aussehenden Gewebskörper wird, welcher den Innenraum der Drüse erfüllt.

Die Zellen der äusseren Reihe theilen sich nun schräg radial in viele Tochterzellen, welche zu langen nur am basalen Theile unter einander zusammhängenden Papillen heranwachsen, die morgensternfömig angeordnet sind. Sie sind die secernirenden Zellen; aus ihnen tritt die Betuloretinsäure heraus, die über den Zellwänden hinziehende zarte Cuticula blasenartig auftreibend. Die innere Zellreihe nimmt, wie schon erwähnt, parenchymatischen Charakter an; ihr früher farbloser Inhalt wird nun grün, welche Farbe von Chlorophyll herrührt, das an formloses Plasma ge-

---

[1] Österr. bot. Zeitschr. 1876. Heft 7. Über das chemische Verhalten der Betuloretinsäure, s. Kosmann: jour. d. Pharm. XXII. 107.

bunden erscheint. Die grüne Farbe macht später einer rothbraunen, zuletzt beinahe schwarzen Färbung Platz, was den Tod der betreffenden Drüse anzeigt.

Die Gestalt der Drüse ist, wenn diese vollkommen isolirt ist, eine halbkuglige; ist die Epidermis mit vielen Drüsen besetzt, so platten sie sich gegenseitig ab und nehmen dann verschiedene polygonale Formen an.

B. Das Grundgewebe.

Für das Grundgewebe der Tegmente ist es ebenso unmöglich, allgemein gültige Typen aufzustellen, wie für das Hautgewebe. Die im Folgenden angeführten Beispiele sind durch eine so grosse Zahl von Übergängen mit einander verbunden, dass jene nur als Grenzen von Reihen zu betrachten sind, deren einzelne Glieder mehr oder weniger dem einen oder dem anderen Beispiel sich anschliessen. Im Allgemeinen besteht das Grundgewebe der Tegmente entweder aus gleichwerthigen oder ungleichwertigen histologischen Elementen. Im ersteren Falle setzt es sich entweder ausschliesslich aus Parenchymzellen *(Quercus, Platanus)* oder aus Zellen zusammen, die in ihrer Verdickungsweise und ihrem Verhalten gegen Reagentien als collenchymatische Elemente gedeutet werden müssen. *(Syringa, Aesculus.)* In letzterem Falle sind die der Oberhaut unmittelbar anliegenden Elemente collenchymatisch, die inneren Grundgewebszellen parenchymatisch ausgebildet *(Tilia, Acer striatum).*

Die Parenchymzellen sind entweder durchwegs dünnwandig *(Tilia)* (Taf. II, Fig. 6 und 7) oder durchwegs verdickt *(Acer striatum)* (Taf. I, Fig. 4), oder theils dünn-, theils dickwandig *(Quercus).*

Betrachten wir zunächst den ersten Fall: Besteht das Grundgewebe nur aus dünnwandigen Parenchymzellen, ein Fall, der übrigens seltener vorzukommen scheint (ich fand ihn nur an den Tegmenten von *Carpinus* und *Populus*), so stirbt das ganze Gewebe und mit ihm auch das Tegment frühzeitig ab; die Zellwände färben sich dann gewöhnlich braun. In der Regel ist das Grundgewebe, wenn seine Elemente dünnwandig bleiben, sehr schwach entwickelt; dagegen nehmen dann die dickwandigen

Elemente des Gefässbündels den grössten Antheil an der Zusammensetzung der inneren Partien dieser Tegmente (Taf. I, Fig. 3).

Meist sind die Parenchymzellen mehr oder weniger verdickt. Der Verdickung sind dann entweder alle Zellen unterworfen *(Sambucus, Platanus)* oder nur ein Theil *(Quercus)*. Der übrige Theil der Grundgewebszellen bleibt dünnwandig. Die Verdickung der Parenchymzellen im Grundgewebe der Tegmente von Quercus schreitet von aussen nach innen zu vor, nur wenige Zellen nicht berührend.

Weit häufiger wird das Grundgewebe der Tegmente von Collenchymzellen zusammengesetzt. Typische Beispiele eines solchen collenchymatischen Gewebes geben die Tegmente von *Syringa, Aesculus, Acer pseudoplatanus*. Dass wir es hier mit echtem Collenchym und nicht etwa mit bloss ungleichmässig verdickten parenchymatischen Elementen zu thun haben, lehrt sowohl die Entwicklungsgeschichte dieses Gewebes, dessen Elemente alsbald die für Collenchymzellen so charakteristische Verdickung annehmen, als auch die starke Quellungsfähigkeit der Wände dieser Zellen (Taf. II, Fig. 8 *c*).

Bei *Syringa* trifft man mitunter Zellen im Grundgewebe an, die so stark verdickt werden, dass ihre Lumina ganz zu verschwinden scheinen. Gelegentlich erwähne ich jetzt nur, dass in dem Falle, wenn die Collenchymzellen im Grundgewebe die ausschliesslichen oder wenigstens die vorwiegenden Elemente sind, die verdickten Elemente des Gefässbündels mehr oder minder in den Hintergrund treten.

Das Collenchym ist häufig nur an den unter der Epidermis liegenden Grundgewebspartien entwickelt, eine Zone parenchymatischer Zellen in der Mitte freilassend; letztere sind dann entweder dünnwandig *(Tilia)* oder dickwandig *(Acer striatum)*. Sehr häufig wird aus den äusseren Partien des Collenchyms ein Periderm gebildet u. zw. immer dann, wenn die Epidermiszellen nicht besonders stark verdickt sind. Das Collenchym von *Syringa* macht von dieser Regel eine Ausnahme. Trotz der starkverdickten Epidermiszellen findet man nicht selten Collenchymzellen unter der Epidermis, die tangentiale Theilungen schon eingegangen

sind; ein echtes Periderm, wie in den übrigen Fällen, entwickelt sich hieraus aber nie.

Die Grundgewebszellen, seien sie collenchymatisch oder parenchymatisch verdickt, sind immer mit Poren versehen. In der Regel sind diese spaltenförmig, liegen der Quere nach und sind von besonderer Länge an den Grundgewebselementen der Tegmente von *Syringa* und *Sambucus*.

Was das chemische Verhalten der Zellwände der Grundgewebselemente der Tegmente betrifft, so ist zu bemerken, dass die hier vorkommenden Collenchymzellen durch Jod und Schwefelsäure gebläut und somit als unverholzt anzusehen sind;[1] ebenso die Parenchymzellen, so lange sie flüssigen Inhalt führen *(Sambucus)*; wenn sie aber Luft führen *(Quercus)*, so kann man in ihnen stets Holzsubstanz nachweisen; ebenso färben sich auch die vorher erwähnten, verdickten, isolirt auftretenden Grundgewebszellen von *Syringa* mit schwefelsaurem Anilien gelb.

Ein eigenthümliches chemisches Verhalten zeigen die Wände gewisser Grundgewebselemente in den Tegmenten einiger Tilia-Arten. Das Grundgewebe dieser Tegmente besteht aus ungleichwerthigen Elementen, aus einem der beiderseitigen Epidermis anliegenden Collenchym und aus einem dünnwandigen Parenchym.

In letzterem, welches Chlorophyll führt, findet man schon in den Jugendzuständen des Tegments einzelne Partien, bald regelmässig, bald unregelmässig im Querschnitt angeordnet, die sich durch vollkommen homogenen, farblosen Inhalt und viel zartere Wände von dem umgebenden Parenchym unterscheiden (Taf. I, Fig. 5 *m*). Die Zellwände dieser scharf differenzirten Partien verschwinden bald und man findet an ihrer Stelle Räume mit einer farblosen schleimigen Masse erfüllt, welche von Wasser, aber nicht von Alkohol gelöst wird; in letzteren erstarrt sie zu einem festen geschichteten Körper. In den Schleimmassen selbst sind häufig noch vollkommen erhaltene isolirte Zellen oder Reste von Zellwänden zu sehen und es ist daher kein Zweifel, dass wir es hier ebenfalls mit einem gummiartigen Körper zu thun haben, der durch Metamorphose der Zellwände entstanden ist, auf dieselbe Weise, wie der von Wigand be-

[1] S. Burgerstein l. c. pag. 8.

schriebene, im Stamme der Linde durch Metamorphose der Zellwände hervorgegangene Linden-Gummi[1]. Die diese Gummi erfüllten Räume begrenzenden Zellen des Grundgewebes sind meist tangential gestreckt (Taf. II, Fig. 6 u. 7).

Die vollkommen ausgebildeten Grundgewebszellen der Tegmente führen entweder flüssigen Inhalt oder nur Luft. In den Jugendzuständen ist der protoplasmatische Inhalt der meisten Tegmente von Chlorophyll tingirt; seltener tritt dieses in Körnerform auf *(Syringa, Tilia)*. Die Chlorophyllmenge ist nie eine beträchtliche, wenigstens nicht eine so grosse, um irgend welche physiologische Bedeutung für das Tegment zu gewinnen. Das Chlorophyll geht daher in den meisten Fällen wieder verloren; nur dort, wo besondere Schutzeinrichtungen als dichter Haarüberzug *(Fraxinus)* oder stark verdickte Epidermis *(Syringa, Tilia)*, selbst ein mächtiges Periderm *(Aesculus)* vorhanden sind, bleibt es erhalten; ebenso finden wir an den weiter nach innen zu gelegenen Tegmenten überall dort noch Chlorophyll, wo das betreffende Tegment von dem nächst vorhergehenden gedeckt ist; Partien, die unbedeckt sind, verlieren, wenn nicht die vorerwähnten Schutzeinrichtungen da sind, in kurzer Zeit ihr Chlorophyll.[2]

Die den äusseren Epidermiszellen anliegenden Grundgewebspartien färben sich, sobald diese dem Lichte ausgesetzt sind, durch Anthokyan roth, später blau oder violett *(Syringa, Tilia heterophylla)*. Sonst ist das Grundgewebe der Tegmente arm an Inhaltsstoffen, Stärke fand ich nie, wenn auch Chlorophyll da war.

In dem Grundgewebe der Tegmente der Quercus-Arten scheinen im Jugendzustand Gerbstoffe vorzukommen; einzelne Zellen werden, mit Eisenchlorid behandelt, dunkelblau. Eine eigenthümliche Färbung erhält man, wenn man das Grund-

---

[1] Wigand: „Über die Desorganisation der Pflanzenzelle." Pringsh. Jahrb. 3 Bd.

S. auch Frank: „Über die anatomische Bedeut. u. Entsteh. des vegetabil. Schleimes." Pringsheim's Jahrb. V. Bd.

[2] S. Wiesner: „Die natürlichen Einreichtungen zum Schutze des Chlorophylls der lebenden Pflanze." Festschrift der k. k. zool. bot. Gesellschaft in Wien 1876.

gewebe von *Acer striatum* mit conc. Kalilauge behandelt; der farblose Inhalt einiger Zellen wird nach Anwendung dieses Reagens schön blau gefärbt; wäscht man das Präparat mit Wasser aus, so verliert sich diese Farbe.

Ungemein reich sind beinahe alle von mir untersuchten Tegmente an oxalsaurem Kalk. Dieser erscheint im Grundgewebe entweder in Form der gewöhnlichen Drusen oder isolirter Prismen, nur in einem mir bekannten Fall (*Vitis*) tritt er in Raphiden-Form auf. Die Krystalle erscheinen sehr frühzeitig, in der Regel früher als die Verdickung der Grundgewebselemente eine deutlich wahrnehmbare geworden ist. In späteren Stadien werden die Gewebspartien, in denen sich grössere Mengen von oxalsaurem, Kalk angesammelt haben, von dem über ihnen liegenden Grundgewebe getrennt, wodurch im Tegment selbst grössere, lufterfüllte Räume entstehen, die offenbar das Tegment zu einem schlechten Wärmeleiter machen sollen.

C. Das Gefässbündel.

Von Schacht wurde darauf hingewiesen, dass den meisten Tegmenten ausgebildete Gefässbündel fehlen und hierin der Grund der im Vergleich zum vollkommenen Laubblatt unvollkommenen Ausbildung des Tegments gesucht[1]. Dem entgegengesetzt finde ich, dass gerade der Bau der Gefässbündel der Tegmente mit dem des vollkommenen Laubblattes, resp. desjenigen Theils desselben dem Tegment seinem morphologischen Werth nach gleichzustellen ist, viel mehr Übereinstimmung zeigt, als dies beim Haut- und Grundgewebe der Fall ist.

Das Gefässbündel der Tegmente ist nach dem gewöhnlichen Typus gebaut: aus der procambialen Anlage entwickelt sich auf der nach aussen gerichteten Seite der Phloëm- auf der nach innen gekehrten Seite der Xylem-Theil des Fibrovasalstranges aus, der eine oder der andere Theil bleibt mitunter in seiner weiteren Entwicklung zurück. Ein solches Gefässbündel kann man dann mit Schacht als ein unausgebildetes bezeichnen.

Die Formelemente, die den Phloëmtheil zusammensetzen, können sein: parenchymatische Zellformen, Bastzellen, Cambiform und in einigen Fällen milchsaftführende Siebröhren.

---

[1] Schacht: l. c. pg. 97.

Der Xylemtheil führt Gefässe, öfters nur diese, dann bastfaserähnliche Formen und parenchymatische Elemente, die reich an oxalsaurem Kalk sind. Die parenchymatischen Formelemente des Fibrovasalstrangs, mögen sie dem Phloëm- oder Xylem-Theil angehören, zeigen keine besonderen Eigenthümlichkeiten. Sehr oft fehlen sie gänzlich *(Carpinus, Populus)*. Die eigentlichen Bastzellen sind entweder dünnwandig, nicht sehr in die Länge gestreckt, doch immer spitzendigend oder sie sind sehr stark verdickt, dann immer verholzt, in die Länge gezogen, zu Bündeln vereinigt. Diese Bastfasern fehlen allen später als Vaginaltegmenten zu bezeichnenden Formen, häufiger sind sie den Stipulartegmenten eigen, mitunter in solcher Mächtigkeit auftretend, dass sie die übrigen Gefässbündelelemente verdrängt zu haben scheinen. *(Carpinus.)* (Taf. I, Fig. 1, 2, 3 *b*.) Bei einigen Stipulartegmenten *(Carpinus, Populus alba)* sind diese Bastfasern verzweigt, ähnlich den Bastfasern von *Larix europaea*.

Die dickwandigen Elemente der Phloëms liegen nur auf der nach aussen gerichteten Seite des Gefässbündels *(Syringa)* oder sie bilden einen Ring um die übrigen Gefässbündelpartien *(Aesculus neglecta)* (Taf. II, Fig. 8 *b*), oder sie erscheinen als geschlossene Zellgruppe in der Mitte des Fibrovasalstrangs *(Brussonetia)* oder endlich als ganz isolirte Zellen im Phloëm *(Tilia)* (Taf. II, Fig. 6); häufiger besteht der Phloëmtheil nur aus Weichbast u. zw. sind es dann meist prosenchymatische dünnwandige Zellformen (Cambiform), die bei einigen Tegmenten *(Aesculus hippoc.; Acer striatum)* die Hauptmasse des Phloëms ausmachen. (Taf. I, Fig. 4 f.) Alle von mir untersuchten Acer-Arten besitzen in dem Phloëm des Fibrovasalstranges des Tegments milchsaftführende Siebröhren (Taf. I, Fig. 4 s).

Was den Xylemtheil betrifft, so wurde schon erwähnt, dass Gefässe öfters als einziges Formelement sich hier bilden *(Carpinus, Populus, Tilia)*; sie sind hier, wie in allen übrigen Fällen Ring- und Spiralgefässe. Bei *Syringa* kommen neben diesen noch kürzere, prismatische, netzförmig-verdickte Gefässe vor, wie sie im Fibrovasalstrang vieler krautiger Pflanzen nicht selten anzutreffen sind. Ausser Gefässen und parenchymatischen Elementen finde ich nicht selten prosenchymatische Zellformen, deren Lumen meist durch dünne Querwände gefächert ist (S a n i o's gefächertes

Libriform). Andere bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten weisen die Formelemente des Gefässbündels der Tegmente nicht auf.

Zu erwähnen ist nur noch, dass das Gefässbündel nie eine besonders grosse Ausdehnung im Tegment erlangt; nur bei mächtiger Entwicklung der bastartigen Formelemente erscheint das parenchymatische Grundgewebe auf ein Minimum von Zellen zusammengedrängt, die Bastbündel nehmen dann den grössten Theil des Querschnittes des Tegments ein (Fig. 3 Taf. I). In allen übrigen Fällen, wo die dickwandigen Elemente der Phloëms entweder schwach oder gar nicht entwickelt sind, werden diese mechanischen Zellen[1] (wenn von solchen hier überhaupt die Rede sein kann) ersetzt durch ein collenchymatisches Grundgewebe (*Aesculus Hippoc.*, *Acer pseudoplatanus*).

Die Fibrovasalstränge sind im Tegment entweder sämmtlich gleich stark entwickelt, sie anastomosiren dann unter einander (Stipulartegmente) oder es wird ein *Medianus*, als der am vollkommensten entwickelte, nebst einigen Seitenzweigen angelegt.

III. Entwicklungsgeschichte einiger Tegmente.

Die Entwicklung der Blätter ist hinlänglich bekannt und bis in die kleinsten Details bearbeitet, so dass ich es nicht für nöthig erachte, um nicht bekannte Thatsachen zu wiederholen, die normale Entwicklung eines Laubblattes der eines Tegments voranzuschicken. Nur eines, die Entwicklung eines Blattes im Allgemeinen berührenden Umstandes muss ich jetzt Erwähnung thun, um etwaige Missdeutungen einiger von mir aufgestellten Ansichten zu verhüten. Ich fasse nämlich den Begriff „Vaginaltheil" des vollkommenen Laubblattes in einem viel weiteren Sinne auf, als dies in der Morphologie des Blattes zu geschehen pflegt. Während dort nur die den ganzen Umfang der Achse umfassende und diese letztere sowie alle jüngeren Blattanlagen als Hohlcylinder einhüllende basale Partie des Blattes als Scheide bezeichnet wird, nenne ich eine jede seitliche Verbreiterung der Blattbasis, wenn diese auch nur — wenigstens in frühen Entwicklungsstadien — den halben Achsenumfang umfasst, eine Scheide.

[1] Schwendener: Das mechanische Princip im anatom. Bau der Monocotylen.

Ich betrachte zunächst die Entwicklung der Tegmente an einigen Acer-Arten.

Untersucht wurden *Acer campestre*, *Ac. pseudoplatanus*, *Ac. obtusum*, *Ac. striatum*; die Entwicklungsweise der Tegmente an genannten Arten ist durchwegs dieselbe.

Bei Entfaltung der Winterknospe findet man schon in den Achseln der noch mit dichtem Haarüberzug bedeckten Laubblätter die für das künftige Jahr bestimmten Knospen in der Anlage vor. Bald erscheinen auf gleicher Höhe, einander gegenüberstehend, die ersten zwei Blattanlagen. Diese zeigen kein besonderes Wachsthum in Richtung des Breitendurchmessers, sie umfassen nur einen kleinen Theil der zugehörigen Achse. Die Gewebedifferenzirung in diesem Blattgebilde tritt wohl bald ein, ist aber eine sehr einfache, eine gleichförmige Oberhaut ohne jedwede Verdickung ihrer Zellwände und ein lockeres Parenchym, das einen farblosen, protoplasmatischen Inhalt führt; Fibrovasalstränge werden keine angelegt.

Das Hautgewebe entwickelt an seiner ganzen Fläche besonders reichlich an der Spitze einzellige Haare. Diese Blattanlage, deren basaler Theil unmittelbar in die Gewebe einerseits des Stammes, andererseits des Blattes übergeht, differenzirt sich nicht weiter (Taf. III, Fig. 1 *s*). Wohl hält das Wachsthum an der Basis noch einige Zeit an, doch auch dieses steht bald stille; dann vertrocknet das ganze Gebilde und fällt entweder noch in derselben Vegetationsperiode ab oder bedeckt als braungefärbte Schuppe den unteren Theil der rasch wachsenden Knospe.

Während diese ersten Blattanlagen allmälig absterben, wird unter denselben Verhältnissen ein zweites Blattpaar angelegt. An diesem werden wir aber Differenzirungen gewahr, die auf die Entwicklung eines künftigen Laubblattes schliessen lassen. Dieses ist aber eben nur in der Anlage vorhanden; in gewissen Partien unterbleibt eine weitere Zellvermehrung; in Folge dessen bleiben diese Partien rudimentär und sterben schliesslich gänzlich ab. Nur eine gewisse Partie entwickelt sich weiter und nimmt derart an Masse zu, dass im Vereine mit der auf gleicher Höhe stehenden Anlage die Vegetationsspitze mit allen jüngeren Blattanlagen eingeschlossen wird. Dies sind die ersten Tegmente. Die nächsten Blattanlagen gestalten sich

ebenfalls dazu um, erst die innersten bilden sich zu volkommenen Laubblättern aus (Taf. III, Fig. 1 *t*).

Die Entwicklung eines Tegments aus einer der äussersten Blattanlagen geht nun, wie folgt, vor sich: Die Basis der Blattanlage erweitert sich durch laterales Wachsthum und umgibt den halben Umfang der Achse. Von der anderen Seite wächst auf dieselbe Weise die Blattanlage heran, so dass die Ränder der beiden Basaltheile sich gegenseitig berühren. Während nun diese in einer auf die Stammachse senkrechten Richtung durch fortgesetzte Zelltheilung an Masse zunehmen, auch in der Richtung der Achse bedeutendes Wachsthum sich bemerkbar macht, gehen an der Spitze der ganzen Blattanlage Veränderungen vor sich, welche die Entwicklung eines selbstständigen Blatttheils zur Folge haben würden. Es erheben sich nämlich an den obersten Partien der Blattanlage aus dem noch urparenchymatischen Gewebe fünf bis sieben Hügel, die den Lappen des vollkommen ausgebildeten Ahornblattes entsprechen (Taf. III, Fig. 2). Wir haben also in diesem Entwicklungsstadium an unserem Blattgebilde zwei völlig von einander differenzirte Partien: einen frühzeitig ausgebildeten Basaltheil, der scheidenförmig die Achse umfasst und dem Vaginaltheil eines vollkommen ausgebildeten Laubblattes gleichgestellt werden muss und dann einen nur in der Anlage vorhandenen oberen Theil, der der Lamina des Laubblattes entspricht. Der beim Laubblatt sich nun differenzirende Stiel, der eine scharfe Grenze zwischen der basalen und laminaren Partie bildet, wird nicht entwickelt.

Wenn die Blattanlage ein Laubblatt werden soll, so werden in dem laminaren Theile den Lappen entsprechend Fibrovasalstränge angelegt; auch dies unterbleibt im vorliegenden Falle. Die Gefässbündelanlage beschränkt sich nur auf die Vaginalpartie; hier wird zunächst ein medianer Strang angelegt; dem bald zu jeder Seite die Anlage eines neuen Stranges folgt. In einiger Zeit darauf werden ausserhalb der schon gebildeten zwei neue angelegt u. s. f. Alle diese Gefässbündel convergiren nach oben, ohne sich aber zu vereinigen. Sie bleiben im Bereiche des Vaginaltheiles.

Mittlerweile hat die Achse einen bedeutenden Umfang erreicht, auch war ihr Längenwachsthum ein bedeutendes; sie wird

aber noch immer ganz von den so eben besprochenen ersten zu Tegmenten umgewandelten Blattanlagen, u. zw. deren basalen Partien, bedeckt. Bei *Acer striatum* ändert sich dieses Verhältniss nicht; hier sind die ersten Blattanlagen die äussersten und einzigen Hüllen der Knospe. Diese wachsen sehr rasch, viel rascher als die Achse; sie schliessen daher die Knospe auch oben frühzeitig ab, mit ihren Rändern sich enger an einander legend. Bei den übrigen Acer-Arten wird das Wachsthum dieser ersten Tegmente von dem der Achse sehr bald überholt; erst dann, wenn einige Kreise von Blattanlagen zu Tegmenten modificirt wurden, wird das Wachsthum der Achse wieder sistirt. Die Knospe wird in diesem Falle von vielen Tegmenten bedeckt, die, da ein jedes Tegment von dem nächst älteren an der Achse tiefer stehenden Tegment zur Hälfte bedeckt ist, dachziegelförmig angeordnet sind. Zu bemerken ist noch, dass sich hier nur die zwei letzten Blattanlagen zu vollkommenen Laubblättern entwickeln.

Während nun die basalen Theile nach allen Richtungen, besonders nach der lateralen und der darauf senkrechten an Grösse zunehmen, werden die laminaren Theile der äussersten Tegmente, als am meisten der directen Einwirkung des Lichtes ausgesetzt, roth gefärbt und trocknen dann bald ganz ein, um entweder abzufallen oder als braungefärbte, trockene Endspitze das Tegment nach oben hin zu begrenzen.

Die laminaren Theile der inneren Tegmente werden, je höher das Tegment steht (je später es angelegt wird), desto vollständiger ausgebildet, ja die jüngsten Tegmente entwickeln selbst einen Stiel. Diese Tegmente haben bei Entfaltung der Winterknospe ganz das Aussehen eines Laubblattes, das aber nicht weiter wächst und gewissermassen nur einen Übergang zu den zuletzt hervorgebrachten Blattanlagen, die wahre Laubblätter werden, bilden.

In dem basalen Theile der Tegmente beginnt nun die Differenzirung der Gewebe, anfangs analog der im Vaginaltheil eines vollkommenen Laubblattes, später aber solche Veränderungen im anatomischen Bau dieser Gebilde bedingend, welche diese ihrer künftigen physiologischen Function anpassen.

Die Entwicklungsgeschichte der Knospentheile der angeführten Acer-Arten kurz zusammenfassend, ergibt, dass die ersten

Blattanlagen (von den ersten zu Schuppen sich umwandelnden seitlichen Sprossungen sehe ich jetzt ab) sich zu Tegmenten dadurch umgestalten, dass der laminare Theil des Blattes verkümmert und nur der Vaginaltheil sich ausbildet. Tegmente, die sich auf diese Art entwickeln, seien Vaginaltegmente genannt.

Diese Bezeichnung, sowie die folgenden auf Tegmente Bezug habenden Namen, hatte zuerst mein hochverehrter Lehrer, Prof. Wiesner, in seinen Vorlesungen über Morphologie der Phanerogamen (Wintersemester 1873—74) gebraucht.

Denselben Entwicklungsgang in der Ausbildung der Tegmente finde ich noch bei vielen anderen Laubknospen, im Allgemeinen aber überall dort, wo das Laubblatt einen ausgesprochenen Vaginaltheil besitzt. So sind die Laubknospen von *Aesculus*, *Fraxinus*, *Sambucus*, *Mahonia* mit Vaginaltegmenten bedeckt.

Der Übergang vom Tegment zum vollkommenen Laubblatt findet beinahe constant in jeder Knospe statt, am deutlichsten an den Terminalknospen von *Aesculus*, wo nicht selten an den ersten die Knospe bedeckenden Tegmenten die Lamina und der Stiel nicht nur angelegt, sondern auch ausgebildet werden. Die Lamina fällt am Schluss der Vegetationsperiode ab, nur der Vaginaltheil mit dem Stiel bleibt stehen. Dann folgen Tegmente, bei denen nur die Vaginaltheile entwickelt sind, hierauf ein oder zwei Kreise von Tegmenten mit unausgebildeter Lamina und zuletzt gewöhnlich nur zwei vollkommene Laubblätter.

Wenn man den anatomischen Bau des Vaginaltheiles eines vollkommenen Laubblattes mit dem eines Vaginaltegments vergleicht, so wird man wohl nicht gänzliche Übereinstimmung in der Ausbildung der Gewebe finden.

Immer verschieden ist das Hauptgewebe, das beim Vaginaltheil des Laubblattes nie so stark verdickte Zellen führt, als bei dem Vaginaltegment. Im Vaginaltheil des Laubblattes ist ferner das Collenchym, nur aus wenigen Zellreihen bestehend, unter der äusseren Epidermis entwickelt, während beim Vaginaltegment beinahe das ganze Grundgewebe collenchymatisch ist. Auch fehlt dem Vaginaltheil des Laubblattes immer ein Periderm, das bei einigen Vaginaltegmenten *(Aesculus)* vollständig ausgebildet vorkommt. Eine vollkommene Übereinstimmung im Bau zeigen jedoch die Gefässbündel. In beiden Fällen fehlen diesen die

Bastfasern. Prof. Wiesner hatte auf den Unterschied aufmerksam gemacht, der in dieser Hinsicht zwischen dem Blattstiel und Blaltbasis besteht; an ersterem ist ein geschlossener Ring von Bastzellen vorhanden, an letzterem fehlen diese die Festigkeit bedingenden Formelemente. [1]

Cornus.

Die ersten auf gleicher Höhe der Achse einander gegenüber stehenden Blattanlagen scheinen sich ziemlich spät weiter zu entwickeln. Wenigstens traf ich immer diese ersten Anlagen noch ganz undifferenzirt, keine Gliederung in irgend welchen Blatttheile war zu bemerken, so lange nicht ein zweites Blattpaar angelegt war. Erst nach der Anlage des letzteren gliedern sich die ersten Blattanlagen in zwei von einander verschiedene Partien; die Basis bildet sich durch überwiegendes Wachsthum in einer zur Stammachse parallelen Richtung zum Stiel aus; der obere Theil der Anlage bildet eine normale Blattspreite. Ein Vaginaltheil wird in diesem Falle nicht gebildet. Wohl verbreitert sich die Basis des Stiels etwas nach den beiden Seiten, doch nicht so stark, um die Basis als Scheidentheil bezeichnen zu können. Indess wird an dem laminaren Theile ein Fibrovasalstrang angelegt, der dem Medianus des vollkommenen Laubblattes entsprechen würde; seitlich von diesem entspringende Stränge konnte ich nicht wahrnehmen.

Während nun so an diesem Blattgebilde die Gewebedifferenzirung vor sich geht, die Zellen des Hautgewebes, in einzellige, flächenförmig sich ausbreitende Haare auswachsen, der Inhalt des Grundgewebes in den unteren Partien schwach ergrünt, in der oberen dem Licht mehr ausgesetzten, aber durch Anthokyan geröthet wird, wächst die Achse rasch in die Höhe. Da nun das Höhenwachsthum der schon differenzirten Blattanlagen merklich geringer wird, so kommt es, dass die jüngsten Knospentheile nur von den laminaren Theilen der ersten seitlichen Sprossungen bedeckt werden. Das Tegment entspricht also hier der Lamina eines vollkommenen Laubblattes, es ist ein Laminartegment (Taf. III, Fig. 11).

[1] Wiesner: Über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse, Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. 64.

Die Laubknospen verschiedener Lonicera-Arten werden ebenfalls von Laminartegmenten bedeckt. Die Entwicklung der Tegmente ist dieselbe wie bei Cornus. Bei *Lonicera caprifolium* L. verwachsen die Basaltheile der ersten auf gleicher Höhe der Achse stehenden Blattanlagen, einen geschlossenen Ring bildend, unter dessen Hülle die Achse mit den übrigen Blattanlagen sich befindet. Die laminaren Theile schliessen die Knospenhöhle nach oben hin ab.

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass die Laubblätter gewisser Gewächse an ihrer Basis seitliche Auszweigungen entwickeln, die selbst wieder blattartig werden und als Nebenblätter *(Stipulae)* bezeichnet werden. Es ist weiterhin bekannt, dass die Stipulae viel rascher wachsen als ihr Mittelblatt, dass sie dieses sowie die jüngeren Knospentheile schützend einhüllen, überhaupt, dass sie zu bestimmten Zeiten Tegmente sind. Man hat diese Form von Tegmenten mit dem Namen *Ramenta* bezeichnet[1].

Nichtsdestoweniger finden wir an vielen Knospen, deren Laubblattanlagen mit Nebenblättern versehen sind, als äusserste Hülle noch einige Kreise von Blatt-Gebilden, welche man ebenso wie bei den Laubknospen, denen wahre Nebenblätter fehlen, als Knospenschuppen bezeichnet. Die morphologische Bedeutung wurde nur für einige wenige von Schacht für die Tegmente von *Quercus*, *Fagus*, *Betula*[2], von Benjamin für die von *Platanus*[3] nachgewiesen. Ich habe die Entwicklung der Tegmente ausser bei genannten Arten noch bei *Tilia*, *Populus* u. a. m. studirt und gefunden, dass überall dort, wo die Laubblätter Nebenblätter tragen, die Tegmente Nebenblatt-Gebilden entsprechen.

Im Folgenden führe ich die Entwicklung der Tegmente von *Tilia grandifolia* an; ich wählte dieses Beispiel, da ich finde, dass

---

[1] Fl. Schleiden: Grundzüge, pag. 204.
[2] Schacht: Der Baum.
[3] Benjamin: Über intrapetiolare Knospenbildung, Bot. Ztg. 1852.

bei der Mehrzahl der nebenblättertragenden Formen die Entwicklung der Tegmente eine ähnliche, bei den übrigen aber nicht so verschieden ist, dass man nicht bei der Entwicklung dieser Tegmente auch Analogien mit den früher genannten Tegmenten auffinden könnte. Die unter dem Vegetationspunkt sich erhebende erste Blattanlage zeigt gar keine Gliederung in bestimmte Partien, nur ein auffallend intensives Wachsthum nach den zwei lateralen Richtungen, so dass sehr bald nach der Anlage nicht nur der ganze Umfang der Achse von diesem einen Blattgebilde eingeschlossen wird, sondern selbst die Ränder an der der Insertionsfläche der Blattanlage gegenüberliegenden Seite der Achse einander überdecken. Erst dann, nachdem die erste Blattanlage diese Ausdehnung erfahren, wird auf der der ersten entgegengesetzten Seite der Achse ein zweites Blattgebilde mit derselben weiteren Entwicklung angelegt. Alle nächstfolgenden Blattanlagen, die in ihren frühesten Entwicklungsstadien ganz gleich den zuerst hervorgebrachten Anlagen sind, entwickeln sich zu Laubblättern.

Der basale Theil einer solchen Blattanlage verbreitert sich nicht, dafür erscheinen an ihm seitliche Auszweigungen, die durch rasches Wachsthum, ebenso wie die ersten Blattanlagen an ihrer Basis, den ganzen Achsenumfang einschliessen und auch sich nach rückwärts legend die indessen im Wachsthum zurückgebliebene mittlere Partie einhüllen.

Vergleichen wir nun die ersten zwei seitlichen Sprossungen mit einer der nächstfolgenden, so finden wir im ersten Falle eine Blattanlage, die nach zwei Richtungen wächst, die ganze Achse umfasst, ohne sich irgendwie in besonders differenzirte Theile zu gliedern; im zweiten Falle eine Anlage, die in den ersten Entwicklungsstadien ganz gleich der vorigen, später in drei Theile sich gliedert, von denen der mittlere in seiner Entwicklung still zu stehen scheint, die beiden seitlichen rasch wachsen und nicht nur die Achse, sondern auch die zurückgebliebene mittlere Partie umfassen. Diese Partie wird ein Laubblatt, die seitlichen sind die dazu gehörigen Nebenblätter, welche letztere also seitliche Verbreiterungen der Blattbasis sind, die selbst wieder blattähnlich werden. Wir können daher die ersten seitlichen Sprossungen als Blattgebilde ansehen, deren Basis nach zwei Seiten wohl verbreitert wurde, welche Verbreiterungen aber durchaus

in Zusammenhang unter einander blieben oder mit anderen Worten: an dieser Blattanlage, welche man einer Laubblattanlage gleichstellen mag, bilden sich jederseits Nebenblätter, die aber mit ihrem Mittelblatt beständig verbunden sind und so gewissermassen ein einziges Blattgebilde darstellen, an dem keine Gliederung in Mittelblatt und Nebenblatt wahrzunehmen ist. Man kann ein solches Blattgebilde, das als Knospendecke jüngere Knospentheile einschliesst, ein Stipulartegment nennen, das morphologisch einem oder vielmehr zwei Nebenblättern und dessen Mittelblatt entspricht. Wir werden weiter unten sehen, dass auch der anatomische Bau dieser Tegmente mit dem der echten Stipulae vollkommene Übereinstimmung zeigt und hiedurch gewinnt die eben aufgestellte Analogie noch mehr an Bedeutung.

Sowie bei Tilia finden wir an vielen anderen Gewächsen, deren Laubblätter Nebenblätter entwickeln, die äussersten Tegmente als Blattgebilde, die gewissermassen einer Laubblattanlage mit ihren beiden Nebenblättern entsprechen. Meist werden mehrere solche Tegmente entwickelt; erst im vierten oder fünften Kreis werden Nebenblätter mit wahren Laubblättern entwickelt.

Das Vorkommen von Tegmenten, in denen ein Mittelblatt und zwei Nebenblätter vereinigt auftreten, hat bereits Schacht an den Knospendecken der Eiche und Buche erkannt.[1] An den Knospen der Eiche macht man noch die Beobachtung, dass auf die äusseren Knospendecken noch Tegmente folgen, die nach obenhin in zwei Theile gespalten erscheinen (Taf. III, Fig. 13, $t\ t$, $t_1\ t_1$, $t_2\ t_2$), also zwei Nebenblätter darstellen; dann folgen Nebenblätter als Tegmente entwickelt ($st\ st$, $st_1\ st_1$), deren Mittelblatt (*b*, *b*) in der Anlage vorhanden ist und zuletzt erst die eigentlichen Laubblattanlagen.

Der anatomische Bau eines Stipulartegments, mit dem eines wahren Nebenblattes verglichen, bietet nicht viel Unterschiede in Bezug auf letzteren dar. Nur die äussersten Tegmente erleiden mitunter Veränderungen in ihren Geweben besonders dann, wenn sie als abgestorbene Hüllen die Knospen bedecken. Es entwickelt sich dann unter der äusseren Epidermis ein Periderm (*Quercus*,

---

[1] Schacht: Der Baum, pag. 369.

Corylus), das dem wahren Nebenblatte immer fehlt. Die Grundgewebszellen des Tegments sind dann meist stark verdickt, das Nebenblatt führt in seinem Grundgewebe nie verdickte Zellen, immer nur dünnwandiges Parenchym. Das Gefässbündel der äussersten Tegmente besitzt stets einen Basttheil, der aus dickwandigen, verholzten Bastzellen besteht; je weiter nach innen zu, desto mehr nehmen diese dickwandigen Elemente ab, bis sie endlich an den innersten Tegmenten ganz verschwinden. An diesen ist der Basttheil des Gefässbündels gerade so wie beim Nebenblatt aus einer geringen Zahl von dünnwandigen Bastzellen zusammengesetzt.

Am zutreffendsten ist die Übereinstimmung im Bau des Nebenblattes und des Tegments bei der Linde. Im Grundgewebe zeigt sich hier dieselbe Metamorphose der Zellwände in Gummi; das übrige Grundgewebe ist parenchymatisch und führt wenig Chlorophyll. Das Gefässbündel besteht in beiden Fällen aus einem schwach entwickelten Basttheil und einem Holztheil, der nur Gefässe führt. Das Hautgewebe ist an dem Tegment wohl etwas verschieden von dem des Nebenblattes; jenes besteht aus ziemlich stark nach aussen verdickten Zellen, dieses aus gar nicht verdickten, schwach papillösen Elementen.

Einer besonderen Betrachtung bedürfen die Tegmente an den Knospen von

Platanus.

Die Platanenknospe (*Platanus occidentalis u. orientalis*) wird bekanntlich von drei tutenförmigen Hüllorganen bedeckt, über deren nächste morphologische Bedeutung man wohl nicht lange in Zweifel blieb. Sowohl Henry als Benjamin, welche beide Forscher mit diesem Gegenstande sich beschäftigten, fassen die Decken der Platanenknospe als Stipulargebilde auf, als was sie auch bezeichnet werden müssen; über die Entwicklung dieser Organe blieb man jedoch im Unklaren.

Nach Benjamin's Angabe sind die ersten seitlichen Sprossungen, die an der jungen Knospe erscheinen, Anlagen zu künftigen Laubblättern. Ist eine Anzahl solcher angelegt, so bildet

sich an der Basis des Knospenkegels, also ausserhalb der schon angelegten Blattorgane ein Ring von Zellen, der, allmälig höher wachsend, die Laubblattanlagen immer mehr verdeckt und endlich sich oben schliessend, eine Kapsel bildet, innerhalb welcher eine zweite und bald noch eine dritte geschlossene Kapsel, Tute genannt, entsteht.

Ich habe die Platanenknospe in verschiedenen Entwicklungsstadien untersucht, habe aber nie das, was Benjamin angibt, gesehen. Meine Beobachtungen sind folgende: Bald nach der Anlage der Knospe erscheint die erste seitliche Sprossung unter der Vegetationsspitze; sie zeigt nichts Auffallendes und verhält sich etwa so, wie an der Knospe von Tilia die erste Blattanlage ebenfalls auch lateral wachsend. In diesem Entwicklungsstadium nimmt sie jedoch nur immer einen Theil des Achsenumfanges ein (Taf. III, Fig. 14 t_1); erst spätere Stadien zeigen, dass diese breitgezogene Anlage an ihren Rändern verwächst und das ist offenbar der Entwicklungszustand, den Benjamin als das Anfangsstadium, als die ringförmige Anlage bezeichnet hat. Mit gleicher Intensität wächst das ganze Gebilde in die Höhe in einer gegen die Achse geneigten Richtung, so dass, da die Wachsthumsrichtungen der einzelnen Zellreihen nach oben convergiren, das ganze Gebilde sich oben schliessen muss. Sobald die Tute geschlossen ist, findet nur noch Wachsthum an der Basis statt. Ebenso wie sich die erste Tute entwickelt und ausgebildet hat, ist es auch bei den zwei anderen der Fall und erst dann, nachdem die drei Tuten vollkommen ausgebildet und geschlossen sind, werden weitere Blattanlagen hervorgebracht, die sich in Laubblätter und in die für die Platane charakteristischen Nebenblätter gliedern (Fig. 15 auf Taf. III zeigt das Stadium, in dem die drei Tuten schon angelegt sind, die zwei äusseren sind schon geschlossen, die dritte noch mit freien Rändern). Die Nebenblätter des Platanenblattes hüllen nicht das ihnen angehörige Mittelblatt ein, sondern nur die jüngeren Knospentheile und verwachsen nach den beiden Seiten hin, die nach oben offene ringförmige Hülle bildend.

Es ist einleuchtend, dass wir hier dieselben Verhältnisse vor uns haben, wie bei Tilia und anderen Knospen, nur mit dem Unterschiede, dass die Blattanlage, in der ein Laubblatt und die

Nebenblätter vereint auftreten, an einer Seite verwachsen und so die geschlossene Tute bilden.

Dass die Knospenhöhle an ihrer inneren Fläche mit vielen gewöhnlich verzweigten Haaren bedeckt ist, dass ferner an der äusseren Hülle die Haare in der Zeit, in der der Laubfall stattfindet, verloren gehen, so wie dass der grüngefärbte Inhalt der Tegmente später braun bis schwarz wird, hat Benjamin in bezeichneter Arbeit genau beschrieben, daher ich diese Verhältnisse hier nicht weiter berühren will.

Das Vorkommen geschlossener Hüllen als Tegmente beschränkt sich nicht bloss auf die Platanenknospe; die Knospen mehrerer *Salix*-Arten werden auch von einem tutenförmigen Tegment bedeckt. Hartig hatte über die Entwicklung der Knospendecken bei *Salix* und *Magnolia* die Ansicht ausgesprochen, dass jene durch Abspaltung aus dem Knospenkegel entstehen [1]. Es ist mir nicht gelungen, so frühe Entwicklungsstadien zu erhalten, um über diesen Gegenstand Sicheres mitzutheilen; doch glaube ich annehmen zu können, dass die Entwicklung dieser Hülle auf normalem Wege vor sich geht, und wahrscheinlich, sowie bei Platanus, eine Verwachsung der freien Ränder der Nebenblätter eintritt, was ja übrigens für die ersten Blattgebilde von *Salix caprea* bereits bekannt ist. [2]

Die Tegmente, die bis jetzt betrachtet wurden, entwickeln sich aus den an einer Achse frühzeitig hervorgebrachten Blattanlagen. Bei einigen Gewächsen finden sich jedoch Tegmente, die nicht aus einer Blattanlage hervorgegangen sind, sondern Reste des abgefallenen Blattes, die in fester Verbindung mit dem Stamme bleiben, sind es hier, welche die jungen Knospen schützend bedecken.

Zuerst wurde von Wiesner darauf hingewiesen, dass Reste des Blattes nach dem Abfall desselben stehen bleiben und als

---

[1] Hartig: Über die Bildung der Knospendeckblätter von *Salix* und *Magnolia* durch Spaltungsflächen. Bot. Zeitg. 1855.

[2] Hofmeister: Phys. Bot. I. Bd. 2. Abth. pag. 507.

Tegmente functioniren[1]. Wiesner sagt (pag. 40): „Hebt man das Blatt von *Philadelphus coronarius*, nachdem es zum Abfall reif geworden ist, vom Stamme ab, so erkennt man auf zarten, durch die Knospe geführten Längsschnitten sehr deutlich den Rest des Blattgrundes in Form einer Schuppe, welche an der inneren, d. i. der Knospe zugewendeten Seite, ein braunes Periderm, an der Aussenseite die zarten Zellen der Trennungsschichte zeigt." Diese Schuppe bleibt stehen, nachdem schon früher in der Achsel des Blattes eine Knospe angelegt wurde. Ich werde die Verhältnisse bei *Philadelphus* nicht weiter berühren, da dieselben in oben erwähnter Arbeit Wiesners durch beigegebene Abbildungen ausführlich behandelt wurden.

Ausser an *Philadelphus* kann man an *Berberis* und *Robinia* noch Ähnliches beobachten. Nicht selten findet man noch an der Knospe von *Platanus* den Rest des Blattstiels als eine abhebbare Mütze, die aber früher oder später wirklich abfällt. Wenn man den Blattstiel von *Berberis* radial durchschneidet, so findet man ober der Blattbasis, einige Millimeter davon entfernt, eine aus drei bis vier Zelllagen bestehende Schichte, die quer den Blattstiel durchsetzt. Die einzelnen Zellen dieser Schichte charakterisiren sich von den übrigen, dem Rindenparenchym angehörigen dadurch, dass ihre Wände verdickt sind, und ihr Inhalt intensiv grün gefärbt ist. An dieser als Trennungsschichte bezeichneten Partie geht die Ablsöung vor sich, es bleibt somit der basale Theil des Blattstiels als Blattgelenk zurück. Die Epidermis dieses Restes wandelt sich bald nach der Ablösung des Blattes in ein aus unregelmässig abgeplatteten Zellen bestehendes Periderm um, worauf dann eine Eintrocknung dieses Theiles erfolgt, der mit zahlreichen anderen als braungefärbte Schuppe die Knospe bedeckt. An der Vegetationsspitze werden bei *Berberis* beständig neue Blätter angelegt und dieselben im Laufe des Sommers auch vollständig ausgebildet. Die am Schlusse der Vegetationsperiode hervorgebrachten Blattanlagen entwickeln wohl einen Stiel und eine Spreite, beide bleiben jedoch rudimentär; diese bilden während des Winters

[1] Wiesner: Untersuchungen über die herbstl. Entlaubung der Holzgewächse. Sitzb. d. k. Ak. d. Wissensch. Bd. 64.

die innere Fülle der jungen Knospe, während als äussere die schon erwähnten Basaltheile der Blattstiele fungiren.

Robinia entwickelt die Knospen sehr spät, erst nachdem die Laubblätter sich schon vollkommen entfaltet haben. Die Knospe scheint in einer von der Blattbasis gebildeten Höhle zu liegen, deren innere Epidermis mit kurzen, einzelligen Haaren dicht besetzt ist. Die ersten an der Knospe auftretenden seitlichen Sprossungen sind Laubblätter jederseits mit einem unscheinbaren Nebenblatt. Die Ablösung des Laubblattes geschieht hier ebenfalls nicht unmittelbar an der Basis des Stiels, sondern die Trennungsschichte wird etwas höher oben angelegt, so dass der Rest des Blattstiels in Form einer dünnen Scheibe die unter ihm befindliche Knospe deckt.

Tegmente, die auf die soeben beschriebene Art gebildet werden, können Articulartegmente genannt werden, da man das Auftreten von am Stamme zurückbleibenden Blattstieltheilen (Gelenke) als articulatio bezeichnet.

Der anatomische Bau eines Articulartegments unterscheidet sich von dem ihm gleichartigen Basaltheile eines Blattstiels nur dadurch, dass die Gewebe des ersteren überall abgestorben sind; die Zellen führen nur Luft, um das Wärmeleitungsvermögen abzuschwächen. Wir finden daher bei anderen Knospen (was ich nebenbei bemerke) den äussersten Kreis der Tegmente ebenfalls aus abgestorbenen luftführenden Geweben bestehend, oder wenn alle Tegmente noch flüssigen Inhalt führen, so treten im Grundgewebe die schon bei Besprechung dieses Gewebes erwähnten charakteristischen Trennungen ein, wodurch ebenfalls lufterfüllte Räume entstehen, um das Tegment zum schlechten Wärmeleiter zu machen.

Die Hauptresultate der im Vorhergehenden besprochenen Beobachtungen lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen:

1) die Knospendecken, Tegmente, sind Blattgebilde, die entweder als die ersten seitlichen Sprossungen an der blättererzeugenden Achse erscheinen oder sie sind mit dem Stamme in Verbindung bleibende Reste von schon abgefallenen Laubblättern. Im erstern Falle entstehen sie aus ungleich-

mässig sich differenzirenden Blattanlagen, die entweder nur den Vaginaltheil oder nur den Laminartheil oder nur die Nebenblätter eines Laubblattes deutlich ausbilden, während die anderen Blatttheile entweder gar nicht angelegt werden, oder, wenn dies geschieht, bald nach der Anlage verkümmern. Im letzteren Falle entsprechen die Tegmente dem in fester Verbindung mit dem Stamme bleibenden basalen Theile des Blattstiels, dem Blattgelenk.

2) Der anatomische Bau der Tegmente stimmt in den ersten Entwicklungsstadien mit demjenigen vollständig überein, den der betreffende Theil des Laubblattes, dem das Tegment morphologisch entspricht, in diesem Entwicklungsstadium besitzt.

Später gehen die Gewebe solche Veränderungen ein, die das Tegment seiner physiologischen Function anpassen. Charakteristisch ist für alle Tegmente das Hautgewebe; dieses zeichnet sich entweder durch stark verdickte äussere Zellwände, oder durch dichten Haarüberzug oder durch das Auftreten von Fettausscheidungen aus. Das Grundgewebe ist meist collenchymatisch, seltener parenchymatisch. Das Gefässbündel ist in der Regel schwach entwickelt; bei stärkerer Ausbildung nimmt der Phloëmtheil grössere Dimensionen an, während der Xylemtheil dann immer mehr in seiner Ausbildung zurücktritt.

Was die physiologischen Verhältnisse betrifft, habe ich wohl einige Untersuchungen durchgeführt, doch scheinen sie mir zu unvollständig, um der Öffentlichkeit übergeben werden zu können; ich behalte mir vor, darüber ein nächstes Mal zu berichten.

Schliesslich sei es mir erlaubt, meinem hochverehrten Lehrer, dem Herrn Professor Dr. J. Wiesner für die thatkräftige Unterstützung, mit der er mir während vorliegender Arbeit zur Seite stand, meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1, 2, 3. Querschnitte durch verschiedene Entwicklungsstadien des Tegments von *Carpinus betulus*. Fig. 1: erstes Entwicklungsstadium nach Differenzirung der Gewebe; *p* procambiale Anlage des Fibrovasalstrangs. Fig. 2: vorgeschrittenes Stadium; *b* Basttheil Fig. 3: ausgebildetes Tegment.

Fig. 4. Querschnitt durch das Tegment von *Acer striatum*. *a* Verdickungsschichten der Oberhautzellen; *c* Collenchym; *p* verdicktes Parenchym; *b* Bastzellen; *f* Cambiform; *s* Siebröhren; Xylemtheil mit Gefässen, Holzzellen, Holzparenchym.

Fig. 5. Unentwickeltes Tegment von *Tilia grandifolia* (am Rande durchschnitten) *m* Zellcomplex, dessen Wände sich in Gummi metamorphosiren.

Tafel II.

Fig. 6. Tegment von *Tilia grandifolia* im fertigen Zustand. *m* Gummierfüllte Räume; *f* Fibrovasalstrang; *c* Collenchym; *p* Parenchym.

Fig. 7. Tegment von *Tilia argentea*. *e* Epidermis; *c* Collenchym; *p* Parenchym.

Fig. 8. Querschnitt durch das Tegment von *Aesculus neglecta*. *e* Epidermis; *v* Periderm; *c* collenchymatisches Grundgewebe; *b* Basttheil des Gefässbündels.

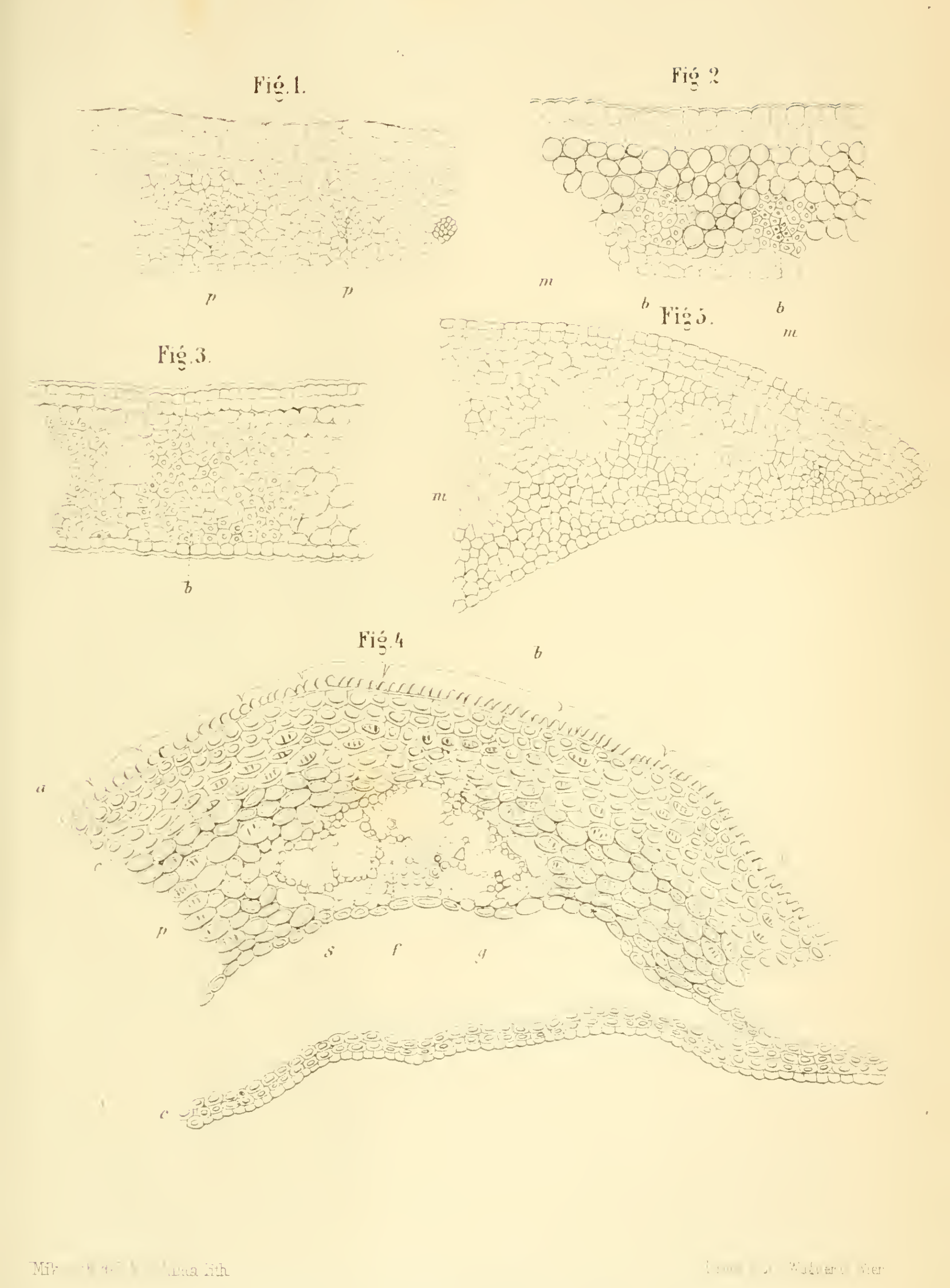
Tafel III.

Fig. 9. Knospe von *Acer obtusum* (Längenschnitt) *v* Vegetationsspitze; *s* Schuppe, die andere auf der entgegengesetzten Seite befindliche Schuppe fehlt; *t* Blattanlagen, die sich zu Tegmenten umgestalten; *b* Vaginaltheil des Blattes; *st* Stamm.

Fig. 10. Flächenansicht eines jungen Tegments von *Acer striatum*; *v* Vaginalpartie, die die Achse umfassende Partie dieses Theiles fehlt; *l* Anlage des Laminartheils.

Fig. 11. *Cornus sanguinea*, Tegment von der Fläche gesehen. *p* Blattstiel; *l* Lamina; *t* neue Anlagen, aus denen sich das zweite Paar Tegmente bildet.

Fig. 12. *Cornus sanguinea*, Knospe längs durchschnitten. Die Bezeichnungen wie in Fig. 11.


Fig. 1.
p
p
Fig. 2
m
b
b
m
Fig. 5.
Fig. 3.
m
b
Fig. 4
b
a
c
p
s
f
g
c



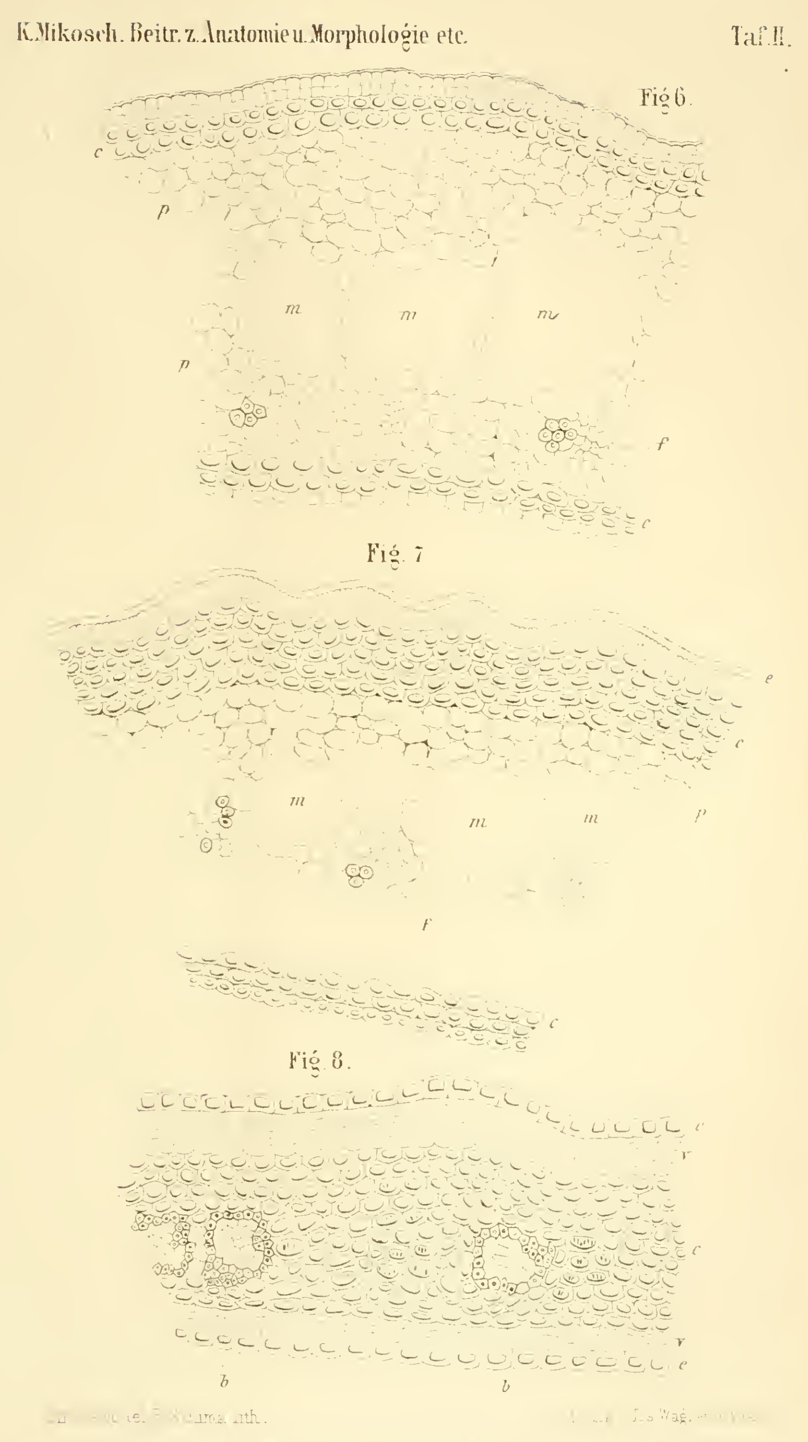
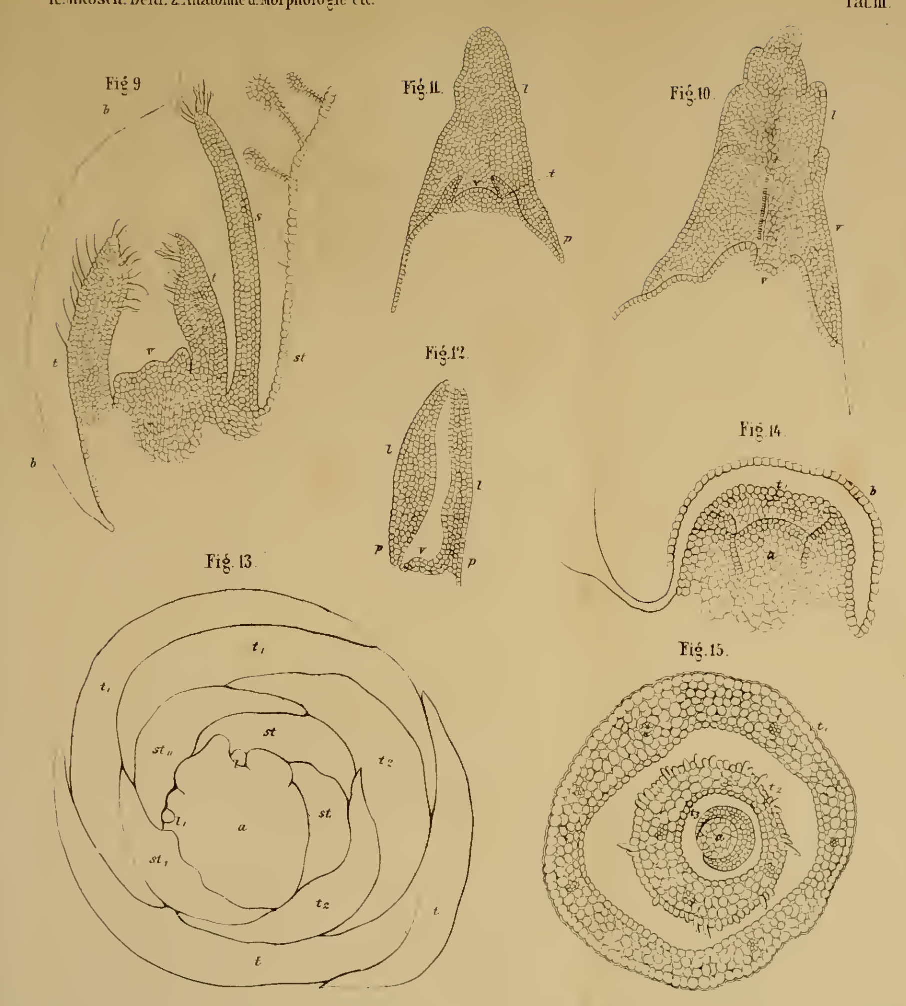


Fig. 6.
c
p
m
m
m
p
f
c
Fig. 7
e
c
m
m
m
p
f
c
Fig. 8.
e
v
c
v
e
b
b





Mikosch del. F. Schima lith.

Druck v. Jos. Wagner in Wien.



Fig. 13. Querschnitt durch die Knospe von *Quercus pedunculata*, die äussersten ungetheilten Tegmente fehlen. t t, t_1 t_1, t_2 t_2 getheilte Tegmente; l l Anlagen zu Laubblättern, st st, st_1 st_1 die dazu gehörigen Nebenblätter; a Achse

Fig. 14. *Platanus occidentalis*, sehr frühes Entwicklungsstadium der Knospe. Die erste Tute t_1 ist noch nicht geschlossen; b basaler Theil des Blattstiels; die die innere Fläche desselben besetzenden Haare fehlen.

Fig. 15. *Platanus occid.* Alle drei Tuten t_1 t_2 t_3 sind schon angelegt; die ersten zwei schon geschlossen; a Achse.

Vergröss. Fig. 1—8 380, Fig. 9—15 100.
